




**Use of impregnated electrographite as bearing members in the form of rotary valves and plain bearings**

**Patent number:** DE4025914  
**Publication date:** 1992-02-20  
**Inventor:** KEHR DIETER DR (DE); SAUER KARL-HEINZ (DE)  
**Applicant:** SCHUNK KOHLENSTOFFTECHNIK GMBH (DE)  
**Classification:**  
- international: C08J5/16; F16C33/12  
- european: C04B41/52; C04B41/89; F16C33/16  
**Application number:** DE19904025914 19900816  
**Priority number(s):** DE19904025914 19900816

**Also published as:**

 EP0471329 (A2)  
 EP0471329 (A3)  
 EP0471329 (B1)

**Report a data error here**

Abstract not available for DE4025914  
Abstract of correspondent: **EP0471329**

The use of impregnated electrographite bearing members, which have been impregnated with inorganic salts and then with polymers, in the form of rotary and shut-off valves for rotary pumps and compressors or in the form of slip rings for dry-running axial face seals.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 40 25 914 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**F 16 C 33/12**  
C 08 J 5/16

⑲ Aktenzeichen: P 40 25 914.5  
⑳ Anmeldetag: 16. 8. 90  
㉑ Offenlegungstag: 20. 2. 92

DE 40 25 914 A 1

⑦ Anmelder:

Schunk Kohlenstofftechnik GmbH, 6301  
Heuchelheim, DE

⑦A Vertreter:

Hann, M., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Sternagel, H.,  
Dipl.-Chem. Dr.phil.nat., Pat.-Anwälte, 5060 Bergisch  
Gladbach

⑦ Erfinder:

Kehr, Dieter, Dr.; Sauer, Karl-Heinz, 6301 Biebertal,  
DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Gleitwerkstoff auf der Basis von Elektrographit

⑤7 Imprägnierte Kohlegleitkörper, die mit anorganischen Salzen und anschließend mit Polymeren imprägniert sind, um die Gleiteigenschaften bei extremer Trockenreibung zu verbessern.

DE 40 25 914 A 1

Gegenstand der Erfindung ist ein Kohlegleitkörper mit verbesserten Gleiteigenschaften insbesondere bei extremer Trockenreibung.

Kohlenstoff und Graphitwerkstoffe werden aufgrund ihrer herausragenden tribologischen Eigenschaften, wie gute Verschleißfestigkeit, extrem niedriger Reibwert bei Naßlauf und Mischreibung sowie niedrige Reibwerte bei Trockenlauf, hohe Belastbarkeit und fehlende Neigung zum Reibverschweißen, als Gleitwerkstoffe für Gleitlager, Gleitringe und Schieber für Rotationskompressoren und Vakuumpumpen eingesetzt.

Beim extremen Trockenlauf tritt jedoch auch bei diesen Werkstoffen ein Anstieg des Reibwertes und des Verschleißes auf, da die normalerweise gefundenen geringen Reibwerte auf adsorbierten Flüssigkeitsschichten beruhen, so daß auch im normalen Trockenlauf Epilamenreibung vorliegt.

Für Einsätze in Rotationskompressoren bzw. Vakuumpumpen müssen deshalb Graphitwerkstoffe so modifiziert werden, daß auch bei Trockenreibung akzeptable Verschleiß- und Reibwerte eingehalten werden können. Diese Modifizierung wird in der Regel durch Imprägnierungen erreicht, wobei die Imprägnierung sowohl die physikalischen Eigenschaften wie Festigkeit, Härte erhöhen bzw. verbessern als auch das Reibverhalten beeinflussen.

Es sind Imprägnierungen mit verschiedenen Thermoplasten und Duroplasten wie Polyäthylen, Phenol- und Furanharze sowie Polyester und Acrylatharze, aber auch mit anorganischen Salzen und Gläsern bekannt. Paxton (R. Robert Paxton, "Manufactured Carbon: A Self-Lubricating Material for Mechanical Devices", CRC Press Inc., Florida 1979) beschreibt eine Reihe organischer und anorganischer Imprägnierungen, während in den Patentschriften DE-PS 28 32 048, DE-PS 10 91 218, DE-PS 19 26 126 und DE-OS 25 20 529 spezielle Imprägnierungen mit Polymeren vorgeschlagen werden.

Für die Anwendungen als Schieber eignen sich Imprägnierungen mit Zink- oder Aluminiumphosphaten und Borsphosphoroxid, sei es aus der Schmelze oder aus der Lösung mit anschließendem Trocknen und Abglühen.

Diese Imprägniermittel liegen in den Poren des Graphits als Gläser vor. Ihre Wirkung beruht darauf, daß sie leicht hygroskopisch sind und somit aus der Luft Feuchtigkeit aufnehmen. Das führt auch bei extremer Trockenreibung immer noch zu einer gewissen Feuchtigkeitsschmierung über ad- und absorbierte Flüssigkeiten. Die Phosphate wirken hier also als Flüssigkeitsreservoir. Bei hoher Luftfeuchtigkeit wirken sich aber gerade die hygroskopischen Eigenschaften der Phosphate nachteilig aus. Sie nehmen so viel Feuchtigkeit auf, daß sie als Lösung aus dem Material austreten. Beim anschließenden Trocknen bildet sich ein glasartiger Film auf der Gleitfläche und verschlechtert die Gleiteigenschaften. Diese übermäßige Hygroskopizität der phosphatimprägnierten Teile kann zwar durch Glühen bei höheren Temperaturen vermindert werden, hat jedoch den Nachteil, daß die günstigere Wirkung bei der Trockenreibung verloren geht.

Ein weiterer Nachteil der an sich für extreme Trockenreibung vorteilhaften Phosphatimprägnierung liegt darin, daß es bei dynamischer Belastung der Lager zu einer Zerrüttung der glasartigen Phosphatimprägnierung in den Poren kommen kann mit der Folge, daß

Partikel während des Laufes austreten und zu hohem Verschleiß der Gleitfläche führen.

Kunstharzimprägnierungen weisen zwar diese Nachteile nicht auf, sie haben jedoch schlechtere Schmiereigenschaften als die Phosphatimprägnierungen, was insbesondere bei extremer Trockenreibung zu lokaler Überhitzung und Zersetzung des Kunstharzes mit nachfolgenden höheren Verschleißwerten führt.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Kohlegleitkörper zu entwickeln, der bei extremer Trockenreibung hervorragende Gleiteigenschaften aufweist und die Nachteile der bekannten Imprägnierungen, insbesondere bei hoher Luftfeuchtigkeit und dynamischer Beanspruchung vermeidet.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, durch einen imprägnierten Kohlegleitkörper mit einer Imprägnierung durch anorganische Salze, dadurch gekennzeichnet, daß anschließend an die Imprägnierung mit anorganischen Salzen in die verbliebenen Poren ein Polymer eingelagert wurde.

Die Lösung schließt ein Verfahren zum Herstellen imprägnierter Kohlegleitkörper ein, durch Einlagern von anorganischen Salzen in die Poren des Kohlegleitkörpers, dadurch gekennzeichnet, daß der Kohlegleitkörper ein- oder mehrmals mit wäßrigen Lösungen anorganischer Salze getränkt und getrocknet und geglüht wird und anschließend eine Imprägnierung mit mindestens einem flüssigen wärmehärtbaren Polymer und Wärmebehandlung zum Aushärten des Polymer erfolgt, wobei das Polymere in den nach dem Imprägnieren mit Salz verbliebenen Poren eingelagert wird.

Völlig überraschend wurde gefunden, daß die Kombination von Imprägnierungen mit anorganischen Salzen und Polymeren zu erheblich verbesserten Gleiteigenschaften bei extremer Trockenreibung führen.

Bei der erfindungsgemäßen Arbeitsweise wird folgender Arbeitsablauf eingehalten:

Es wird eine erste Imprägnierung nach an sich bekannten Verfahren mit anorganischen Salzen durchgeführt. Die Imprägnierung mit anorganischen Salzen, beispielsweise Zinkphosphat und/oder Aluminiumphosphat kann aus der Schmelze, aber auch durch einmaliges oder mehrfaches Tränken mit wäßrigen Lösungen der Salze erfolgen mit anschließendem Trocknen unter Ausbildung eines glasartigen Filmes im Inneren der Poren oder auf inneren Teiloberflächen. Zur Ausbildung des glasartigen Filmes erfolgt eine Glühbehandlung bei 300°C bis 800°C während 2 h bis 30 h in inerter Atmosphäre. Es können auch Salzmischungen eingelagert werden. Anschließend erfolgt das Imprägnieren mit wärmehärtbarem flüssigen Polymer entweder unter Vakuum oder durch Druckbehandlung oder Kombinationen beider Maßnahmen. Grundsätzlich ist das Tränken auch allein durch Kapillarkräfte möglich. Das Polymer lagert sich auf dem Salzfilm ab und fixiert diesen in den Poren, so daß kein Ausschwitzen oder Ausbrechen bei dynamischer Beanspruchung des Kohlegleitkörpers mehr möglich ist.

Die Kohlegleitkörper haben vor der Imprägnierung ein Porenvolumen von 5 bis 20 Vol.%. Nach der zweistufigen Imprägnierung beträgt das Restvolumen 1 bis 6 Vol.%. In die Poren des Kohlegleitkörpers werden von 1 Gew.% bis 10 Gew.% anorganische Salze und von 1 Gew.% bis 5 Gew.% Polymer, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht des Kohlegleitkörpers, eingelagert.

Geeignete wärmehärtbare Polymere sind Phenolharze, Furanharze, Epoxidharze, Acrylharze, Methacrylharze, Polyesterharze. Es können auch Harzmischungen

verwendet werden. Die Harze können durch eine abschließende Wärmebehandlung bei 80°C bis 300°C während 0,5 h bis 42 h ausgehärtet werden.

#### Beispiel 1

Ein als Trennschieber zu verwendender Kohlekörper mit den Abmessungen 240 mm × 75 mm × 6 mm aus Kohlenstoff mit einem Porenvolumen von 15 Vol.% wird wie folgt zunächst mit Aluminiumphosphat imprägniert.

Beim Imprägniervorgang wird eine Vakuum-Druckbehandlung ausgeführt und anschließend getrocknet und geglüht, wobei das Imprägnieren bei 25°C erfolgt.

Anlegen von Vakuum ca. 1 h.

Anlegen von Druck ca. 5 bar für ca. 2 h.

Trocknen 8 h bei 100°C.

Glühen 10 h bei 800°C.

Nach Abschluß der Imprägnierung enthält der Kohlekörper 4 Gew.% Imprägniermittel bezogen auf das Grundgewicht von 194,4 g (= 1,8 g/cm<sup>3</sup>).

Anschließend erfolgt die Imprägnierung mit einem Polyesterharz auf der Basis eines Triethylenglycoldimethacrylats durch analoge Behandlung im Vakuum und anschließendes Beaufschlagen mit Druck.

Das Polymere wird danach während 8 h bei 150°C ausgehärtet.

Durch diese Imprägnierung werden 3 Gew.% Harz bezogen auf das Gesamtgewicht des Kohlekörpers eingelagert.

#### Vergleichsbeispiel 1

Ein weiterer Trennschieber aus Kohlenstoff wird nur mit Aluminiumphosphat entsprechend Beispiel 1 imprägniert.

#### Laufversuche mit den Kohletrennschiebern von Beispiel 1 und Vergleichsbeispiel 1

Auf einem Testgerät wurden Laufversuche mit den beiden Trennschiebern durchgeführt. Die Gleitgeschwindigkeit betrug 14,5 m/s, der Anpreßdruck 0,7 bar und das Vakuum lag in einem Bereich zwischen 0,3 und 0,6 bar.

Nach 700 Stunden wurde der mittlere Verschleiß der Kohletrennschieber als Abrieb in µm pro Stunde ermittelt. Der entsprechend Vergleichsbeispiel 1 nur mit Aluminiumphosphat imprägnierte Schieber zeigte einen mittleren Verschleiß von 8,07 µm/h, während der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren entsprechend Beispiel 1 imprägnierte Trennschieber nur einen mittleren Verschleiß von 4,65 µm/h aufwies.

#### Laufversuch auf einer Horizontalprüfmaschine

In einem zweiten Versuch wurden zwei Kohlekörper, die nach den im Beispiel 1 und Vergleichsbeispiel 1 angegebenen Verfahren imprägniert wurden, einem zweiten Verschleißtest unterworfen. Gegenlaufmaterial Stahl  $v = 6$  m/sec,  $\mu$  spez. (spez. Reibungskoeffizient) Der Verschleiß des nach dem erfindungsgemäßen Verfahren imprägnierten Kohlekörpers betrug nur 0,09 µm/h, während der nach Vergleichsbeispiel 1 imprägnierte Körper einen Verschleiß von 0,13 µm/h aufwies.

#### Patentansprüche

1. Imprägnierter Kohlegleitkörper mit einer Imprägnierung durch anorganische Salze, dadurch gekennzeichnet, daß anschließend an die Imprägnierung mit anorganischen Salzen in die verbliebenen Poren ein Polymer eingelagert wurde.
2. Imprägnierter Kohlegleitkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in den Poren des Kohlegleitkörpers von 1 Gew.% bis 15 Gew.% bezogen auf das Gesamtgewicht des Kohlegleitkörpers anorganische Salze eingelagert sind.
3. Imprägnierter Kohlegleitkörper nach Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß in den Poren des Kohlegleitkörpers von 1 Gew.% bis 5 Gew.% bezogen auf Gesamtgewicht des Kohlegleitkörpers Polymer eingelagert ist.
4. Imprägnierter Kohlegleitkörper nach jedem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als anorganische Salze Aluminiumphosphat und/oder Zinkphosphat eingelagert sind.
5. Imprägnierter Kohlegleitkörper nach jedem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Polymer ein wärmehärtbares Phenolharz, Furanharz, Epoxidharz, (Meth)acrylharz, Polyesterharz oder eine Mischung derselben verwendet wird.
6. Verfahren zum Herstellen imprägnierter Kohlegleitkörper durch Einlagern von anorganischen Salzen in die Poren des Kohlegleitkörpers, dadurch gekennzeichnet, daß der Kohlegleitkörper ein- oder mehrmals mit wäßrigen Lösungen anorganischer Salze getränkt und getrocknet und geglüht wird und anschließend eine Imprägnierung mit mindestens einem flüssigen wärmehärtbaren Polymer und Wärmebehandlung zum Aushärten des Polymer erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß von 3 Gew.% bis 8 Gew.% bezogen auf das Gesamtgewicht des Kohlegleitkörpers anorganische Salze in den Poren eingelagert werden.
8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß von 2 Gew.% bis 4 Gew.% bezogen auf das Gesamtgewicht des Kohlegleitkörpers wärmehärtbares Polymer in den Poren eingelagert werden.

**Best Available Copy**

— Leerseite —